

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-239729

(43)Date of publication of application : 05.09.2000

(51)Int.Cl.

C21C 7/076

C21C 7/04

C21C 7/072

C21C 7/10

(21)Application number : 11-037629

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 16.02.1999

(72)Inventor : FUKAGAWA MAKOTO

NISHI TAKAYUKI

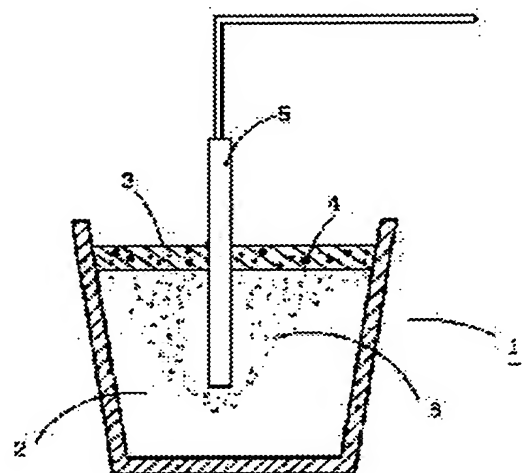
KANAI TATSUO

## (54) PRODUCTION OF EXTRA-LOW CARBON STEEL EXCELLENT IN CLEANLINESS

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To produce an extra-low carbon steel excellent in cleanliness by mixing slag reforming agent and slag in short time to reform the slag, in a simple and inexpensive device without damaging decarburizing speed under vacuum.

**SOLUTION:** The decarburize-treatment is executed to the molten steel 2 in a ladle 1 by using a circulating flow type vacuum treating apparatus and successively, the deoxidize-treatment is executed, and after separating the ladle from the vacuum vessel, the slag reforming agent 4 having the reducing agent to FeO and MnO in the slag 3 in the ladle and in the range of 0.1-10 nm the grain diameter of  $\geq 90$  wt.% of the grain, is spread onto the slag in the ladle. Further, the slag 3 and the slag reforming agent 4 are mixed by stirring the molten steel 2 in the ladle to adjust the total of contents of FeO and MnO in the slag 3 to  $\leq 2$  wt.%.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.05.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 09.09.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

6008 引用例 ⑥

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-239729

(P2000-239729A)

(43)公開日 平成12年9月5日(2000.9.5)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
C21C 7/076		C21C 7/076	Z 4K013
7/04		7/04	A
7/072		7/072	A
7/10		7/10	S

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全7頁)

(21)出願番号 特願平11-37629

(22)出願日 平成11年2月16日(1999.2.16)

(71)出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72)発明者 深川 信

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住  
友金属工業株式会社内

(72)発明者 西 隆之

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住  
友金属工業株式会社内

(74)代理人 100083585

弁理士 穂上 照忠 (外1名)

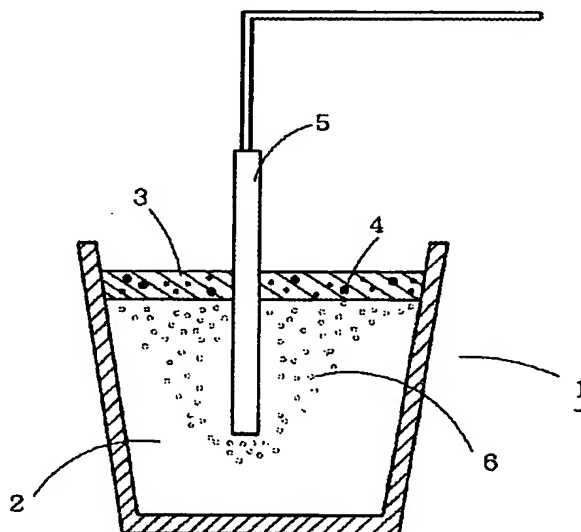
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 清浄性に優れた極低炭素鋼の製造方法

(57)【要約】

【課題】 真空下での脱炭速度を損なうことなく、簡単に安価な設備で、短時間でスラグ改質剤とスラグを混合してスラグを改質し、清浄性に優れた極低炭素鋼を溶製する方法の提供。

【解決手段】 環流型の真空処理装置を用いて、取鍋1内の溶鋼2を脱炭処理して、引き続いて脱酸処理し、真空槽と取鍋とを分離した後、取鍋内のスラグ3中のFeOおよびMnOを還元する作用を持ち、90重量%以上の粒の粒径が0.1~10mmの範囲に入るスラグ改質剤4を取鍋内のスラグ上に散布するとともに、取鍋内の溶鋼2を攪拌することによって取鍋内のスラグ3とスラグ改質剤4とを混合し、スラグ3中のFeOおよびMnOの含有率の合計を2重量%以下に調整する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】環流型の真空処理装置を用いて、取鍋内の溶鋼を脱炭処理して、引き続いて脱酸処理し、真空槽と取鍋とを分離した後、取鍋内のスラグ中の FeO および MnO を還元する作用を持ち、90 重量%以上の粒の粒径が 0.1~10 mm の範囲に入るスラグ改質剤を取鍋内のスラグ上に散布するとともに、取鍋内の溶鋼を攪拌することによって取鍋内のスラグとスラグ改質剤とを混合し、スラグ中の FeO および MnO の含有率の合計を 2 重量%以下に調整することを特徴とする清浄性に優れた極低炭素鋼の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、真空処理装置を用いる脱炭処理および脱酸処理と、それに続く精錬工程での鋼の清浄化による清浄性に優れた極低炭素鋼の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】表面欠陥が少なく、かつ成形性に優れていることが要求される自動車の外装用鋼板には、極低炭素鋼が用いられており、溶製の際には、鋼の極低炭素化および高純化対策が採られている。

【0003】極低炭素鋼を溶製する際の脱炭方法としては、転炉製鋼法等で得られた未脱炭溶鋼を真空下で脱炭する方法が一般的である。すなわち、転炉等の製鋼炉より炭素含有率が 0.02~0.1 重量%の未脱炭溶鋼を取鍋に出鋼し、その後、真空下で溶鋼中の酸素または取鍋内のスラグなどの外部から供給される酸素と溶鋼中の炭素とを反応させ、炭素含有率が 0.001~0.005 重量%になるまで脱炭する。

【0004】上記の脱炭反応の際に、十分な脱炭速度を得るために必要な溶鋼中の初期の酸素含有率は 0.04 重量%以上であることが知られている。このような酸素含有率の高い溶鋼を転炉等の製鋼炉で得る場合、スラグ中の低級酸化物である FeO と MnO の含有率の合計は、15~20 重量%程度まで高くなる。

【0005】真空下での脱炭処理後に Al による脱酸処理を行った極低炭素溶鋼では、その後の連続铸造が終了するまでの間に、溶鋼中の Al とスラグ中の FeO や MnO などの低級酸化物とが反応する。この反応により Al の酸化物 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) が生成する。この Al の酸化物の一部が、連続铸造中のタンデッシュ内や鋳型内の溶鋼から除去されずに鋳片に残存し、非金属介在物となって鋼の清浄性を悪化させる。

【0006】この Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 系の非金属介在物は、鋳片の表面近傍に残存しやすく、そのため自動車の外装用鋼板の表面欠陥の原因となったり、また、連続铸造中に浸漬ノズルが閉塞する原因となったりする。浸漬ノズルが閉塞すると連々鋳ができなくなり、生産性が阻害されるばかりでなく、浸漬ノズル内を通過する溶鋼に偏流が生

じて鋳型内の溶鋼の流動状態が変化し、Al の酸化物が鋳片の表面近傍に集積しやすくなる。さらに、浸漬ノズルの閉塞を防ぐため、浸漬ノズルの上部より吹き込む Ar 等の不活性ガスの流量を増加する場合がある。しかし、多量に吹き込まれた不活性ガスは、鋳片の表面近傍に気泡として捕捉されやすくなる。鋳片の表面近傍に捕捉された気泡は、外装用鋼板の表面欠陥の原因となる。上記のような外装用鋼板の表面欠陥の発生を防止するために、鋳片や熱間圧延した鋼板用素材の表面を手入れすることは、経済性や生産性の面から大きな問題である。

【0007】そこで、溶鋼中の Al と反応しやすい取鍋内のスラグ中の FeO や MnO などの低級酸化物の含有率を、転炉等の製鋼炉からの出鋼時、または真空下での脱炭処理前に下げる対策が採られてきた。

【0008】たとえば、特開平 5-239537 号公報では、転炉からの出鋼中または出鋼後の取鍋内のスラグに、スラグ改質剤を添加してスラグ中の FeO および MnO の合計の含有率を 5 重量%以下にする方法が提案されている。ただし、この方法では、真空槽内の溶鋼表面に上吹きランスから酸素ガスを吹き付けて脱炭を促進する必要がある。その理由は、スラグ改質により脱炭処理前のスラグ中の低級酸化物の含有率を低くするため、脱炭反応に寄与する低級酸化物からの酸素供給量が低下して、脱炭反応に必要な酸素が不足するからである。しかし、真空槽内の溶鋼表面に吹き付けられる酸素ガスにより、溶鋼中の Fe や Mn などが酸化され、FeO や MnO などの低級酸化物が発生し、結局スラグ中の低級酸化物の含有率が高くなるという問題がある。また、出鋼後のスラグ中の FeO および MnO の合計の含有率を 5% 以下にするために、多量のスラグ改質剤および造滓剤を出鋼中の溶鋼または出鋼後に取鍋内のスラグに添加するので、取鍋内の溶鋼の温度降下が大きい。取鍋内の溶鋼の温度降下が大きい場合には、真空槽内に Al を添加しつつ酸素ガスを供給して、Al の燃焼熱により溶鋼の温度を昇温することが必要になる。このとき、溶鋼中の Fe や Mn などが同時に酸化され、結局スラグ中の低級酸化物の含有率が高くなったり、Al が燃焼して Al の酸化物が生成し、結局溶鋼の清浄性が悪化するという問題がある。

【0009】一方、特開平 6-256837 号公報では、転炉等の製鋼炉からの出鋼中の溶鋼または出鋼後の取鍋内のスラグに、スラグ改質に必要な量のスラグ改質剤のうちの一部の量のスラグ改質剤を添加し、残りの量のスラグ改質剤を脱炭処理後の取鍋内のスラグに添加する方法が提案されている。また、特開平 3-56614 号公報では、取鍋に出鋼された未脱炭溶鋼の真空下での脱炭処理後に、脱炭処理の開始と同時に、スラグ改質に必要な全量のスラグ改質剤を取鍋内のスラグに添加する方法が提案されている。また、これら特開平 6-256837 号公報および特開平 3-56614 号公報では、

添加されたスラグ改質剤とスラグとを効率的に反応させるため、機械的に、または不活性ガスを吹き込むことにより、スラグ層のみを攪拌する方法が提案されている。

【0010】上記特開平6-256837号公報で提案された方法では、スラグ改質を2回に分けているとは言え、真空槽内の溶鋼表面に上吹きランスから酸素ガスを吹き付けることが前提であり、前述と同様に、溶鋼中のFeやMnなどが酸化され、スラグ中の低級酸化物の含有率が高くなるという問題がある。

【0011】また、上記特開平6-256837号公報および特開平3-56614号公報で提案されているスラグ層の攪拌に関しては、RHなどの真空処理装置に効率的にスラグ層を攪拌するための装置を配置する必要がある。取鍋内のスラグ層のみを攪拌するためには、機械的な攪拌装置、ガス吹き込み装置いずれの場合でも、これらの装置を取鍋内の上部で回転または移動させる必要がある。しかし、RHなどの真空処理装置では、処理中の取鍋の上部と真空処理装置の間の空間は狭いので、回転または移動できるようなスラグ層を攪拌するための装置を配置することは困難な場合が多い。たとえ、過大な設備費用をかけてこのような装置を配置しても、スラグ層のみを攪拌する場合には、溶融スラグや固相のスラグの一部が溶鋼中に混ざりやすくなる。溶鋼中にこれらのスラグが混ざると、スラグは溶鋼中を浮上しにくく、鋳片に非金属介在物として残存しやすくなる。

#### 【0012】

【発明が解決しようとする課題】前述したように、従来の極低炭素鋼の溶製方法では、溶鋼の清浄性の確保に関して、次にまとめて示すような問題がある。

①転炉などからの出鋼時にスラグ改質を行う場合には、真空下での脱炭処理時の脱炭速度を確保するため、または、溶鋼の温度低下を補償するため、真空槽内の溶鋼表面に酸素ガスを吹き付ける必要がある。しかし、真空槽内の溶鋼表面に酸素ガスを吹き付けることにより、結局スラグ中の低級酸化物の含有率が高くなって、溶鋼の清浄性が悪くなる。

②転炉などからの出鋼時にはスラグ改質を行わず、真空処理装置での脱炭処理後や脱酸処理開始とともに、取鍋内のスラグ上にスラグ改質剤を添加し、スラグ層のみを攪拌してスラグ改質を行う場合には、RHなどの真空処理装置では、スラグ層を効果的に攪拌できる装置を配置することは困難である。

③上記②において、たとえ、過大な設備費用をかけてスラグ層を攪拌する装置を配置しても、スラグ層を攪拌することにより、スラグが溶鋼中に混ざりやすくなり、溶鋼の清浄性が悪くなる。

【0013】本発明は、真空下での脱炭速度を損なうことなく、簡単で安価な設備で、短時間でスラグ改質剤とスラグを混合してスラグを改質し、清浄性に優れた極低炭素鋼を溶製することができる方法を提供することを目

的とする。

#### 【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の要旨は、環流型の真空処理装置を用いて、取鍋内の溶鋼を脱炭処理して、引き続いて脱酸処理し、真空槽と取鍋とを分離した後、取鍋内のスラグ中のFeOおよびMnOを還元する作用を持ち、90重量%以上の粒の粒径が0.1~10mmの範囲に入るスラグ改質剤を取鍋内のスラグ上に散布するとともに、取鍋内の溶鋼を攪拌することによって取鍋内のスラグとスラグ改質剤とを混合し、スラグ中のFeOおよびMnOの含有率の合計を2重量%以下に調整する清浄性に優れた極低炭素鋼の製造方法にある。

【0015】本発明で対象とする極低炭素鋼とは、炭素含有率がおよそ0.005重量%以下の鋼である。また、本発明でいう環流型の真空処理装置とは、RHやDHなどと称される真空槽と取鍋の間で溶鋼を環流させる真空処理装置を意味する。

【0016】本発明者らは、前述したような従来の極低炭素鋼の清浄性の確保に関する問題点を、次に記すようにして解決した。

【0017】(a) 転炉などからの出鋼時にスラグ改質を行わず、また、真空処理装置での脱炭処理後や脱酸処理開始時にも、スラグ改質を行わない。真空処理装置での溶鋼の脱炭処理および脱酸処理を終了した後に、真空槽と取鍋とを分離し、その後に取鍋内のスラグの改質を行う。真空下での脱炭処理前には、スラグ改質を行わないので、脱炭処理前の取鍋内のスラグ中のFeOおよびMnOの含有率の合計は15~20重量%程度と高い。したがって、真空槽内の溶鋼表面に酸素ガスを吹き付ける必要がなく、また、脱炭速度が損なわれることもない。さらに、出鋼時の溶鋼の温度低下が小さいので、溶鋼の温度を上昇させるための真空槽内の溶鋼表面への酸素ガスの吹き付けも必要がない。

【0018】(b) 上記のように、真空処理装置での溶鋼の脱炭処理および脱酸処理を終了し、真空槽と取鍋とを分離した後に、取鍋内のスラグにスラグ改質剤を散布し、溶鋼の攪拌を行う。したがって、スラグ改質剤の散布装置および溶鋼の攪拌装置は、設備配置上、真空処理装置とは干渉することがなく、簡単で安価な設備とすることができる。

【0019】(c) 90重量%以上の粒が0.1~10mmの範囲の粒径に入るような比較的細かいスラグ改質剤を用いるので、スラグ上に散布されたスラグ改質剤は短時間でスラグ中に混合する。

【0020】(d) 取鍋内の溶鋼を攪拌することにより、溶鋼に付与された攪拌力が取鍋内のスラグ層の全体に均一に、短時間で作用するようになる。そのために、スラグ上に散布されたスラグ改質剤とスラグとが短時間で均一に混合し、その後、スラグ改質剤によりスラグ中のFeOおよびMnOが還元される。

10

20

30

40

50

【0021】(e)少なくとも上記(c)および(d)の条件で処理することにより、スラグ中のFeOおよびMnOの含有率の合計を2重量%以下まで低下させることができる。そのために、連続铸造中の溶鋼の再酸化が抑制され、清浄性に優れた鋼が得られる。

【0022】

【発明の実施の形態】真空下での脱炭に際し、酸素不足や脱炭速度の低下を起こすことなく、かつ、脱炭処理後の取鍋内のスラグを少量のスラグ改質剤により効果的に改質するために、まず、転炉などの製鋼炉から溶鋼を取鍋に出鋼する際、スラグの流出をできるだけ抑制し、かつ造滓剤として生石灰、天然マグネシア、ドロマイトなどを添加するのがよい。このとき、生石灰などの造滓剤の添加量は、出鋼時のスラグ流出量や溶鋼量などで決めるべきであり、したがって、とくに限定するものではない。

【0023】たとえば、約250tの溶鋼量の場合に、スラグ流出量が約10kg/溶鋼t、造滓剤としての生石灰を約2kg/溶鋼tを添加する条件では、真空処理装置での脱炭前の取鍋内のスラグ中のFeOおよびMnOの含有率の合計は15~20重量%程度を確保でき、脱炭処理前や脱炭処理中に真空槽内の溶鋼表面に酸素ガスを吹き付ける必要はない。

【0024】次に、取鍋内に出鋼された溶鋼は、RHなどの真空処理装置により脱炭処理およびその後脱酸処理される。脱酸処理後に、必要があればTi、Mn等の成分調整を行って真空処理装置での処理を終了する。

【0025】真空処理装置での脱炭処理および脱酸処理の終了後、真空槽と取鍋とを分離する。真空槽と取鍋とを分離するという意味は、真空槽を取鍋の上部から他の場所へ移動させるか、または取鍋を真空処理装置が設置された場所から他の場所へ移動させるかを意味する。このように真空槽と取鍋とを分離した状態で、取鍋内のスラグ上にスラグ改質剤を散布し、その後、溶鋼を攪拌することにより、散布されたスラグ改質剤とスラグとを混合し、スラグ改質剤により、スラグ中のFeO、MnOなどを還元する。

【0026】取鍋内のスラグ上に、全体に均一にスラグ改質剤を散布するには、一般的な粒状の添加剤の添加装置を用いればよいが、たとえば、旋回する改質剤の投入口を備える散布装置などを用いるのがよい。

【0027】取鍋内の溶鋼を攪拌して散布されたスラグ改質剤とスラグとを混合し、FeOやMnOなどを還元してスラグを改質するための方法としては、外側が耐火物で覆われたインペラーを溶鋼中に浸漬して攪拌する機械的な攪拌方法で構わない。ただし、処理時間の迅速化および清浄性の確保の観点からは、外側が耐火物で覆われたランスを溶鋼中に浸漬して、不活性ガスを吹き込むのがよい。この不活性ガスを溶鋼中に吹き込む方法を、以下に詳しく説明する。

【0028】図1は、外側が耐火物で覆われたランス5を取鍋1内の溶鋼2中に浸漬して、不活性ガスを吹き込む装置によりスラグ改質する方法の例を示す図である。不活性ガスとしてはArガスを用い、ランス5の先端から溶鋼中に吹き込むのがよい。ランスの先端は、溶鋼中に深さ約1~3m浸漬するのがよい。また、不活性ガスの吹き込み量は、取鍋内の溶鋼量にもよるが、約250tの溶鋼量の場合、800~1500Nリットル/分程度がよい。これらランスの浸漬深さと吹き込みガス量との組み合わせにより、溶鋼の攪拌を行うことで、散布したスラグ改質剤4とスラグ3とが短時間で、全体に均一に混合される。ランスの浸漬深さが1m未満のように浅いと、均一な混合ができず、ランス近傍のスラグとスラグ改質剤のみ混合される。また、ランス近傍では、吹き込まれた不活性ガスの気泡6による溶鋼の攪拌が強くなりすぎ、スラグが溶鋼中に混ざりやすい。したがって、ランスの浸漬深さは1m以上とするのがよい。

【0029】スラグ改質剤としては、FeOおよびMnOを還元する作用を持つ必要があるため、金属AlまたはAl合金を含む改質剤がよい。たとえば、金属Alを50重量%程度、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を35重量%程度などを含有するAl灰を造粒し、整粒したものがよい。その他、FeOおよびMnOを還元する作用を持つものであれば他のスラグ改質剤でも構わない。

【0030】スラグ流出量が約10kg/溶鋼t、造滓剤としての生石灰を約2kg/溶鋼tを添加する条件では、スラグ改質のために散布するスラグ改質剤の量は、1~2kg/溶鋼t程度でよい。

【0031】スラグ改質剤の大きさは、90重量%以上の粒が0.1~10mmの範囲の粒径に入る粒度とする。粒径が0.1mm未満では、スラグ改質剤がスラグ改質剤の散布装置や溶鋼の攪拌装置の周辺の排気装置に引き込まれやすくなる。粒径が10mmを超えると、短時間の攪拌では、スラグ改質剤がスラグ中に混合しにくくなる。90重量%以上の粒が0.1~10mmの範囲の粒径に入るスラグ改質剤を用いることにより、短時間の攪拌で、スラグ改質剤とスラグとが混合し、FeOやMnOなどが効果的に還元されることを、以下にさらに説明する。

【0032】図3は、Al有効消費率E<sub>Al</sub>(%)に及ぼすスラグ改質剤の粒径の影響を示す図である。それぞれの粒径の範囲に90重量%以上の粒が入るようにスラグ改質剤の粒径を調整し、脱酸処理を終了した取鍋内のスラグ上に、これらスラグ改質剤を散布し、図1に示す装置構成の不活性ガス吹き込み装置を用いて、ランスの先端を溶鋼中に深さ約1.5mまで浸漬し、1200Nリットル/分の吹き込み量でArガスを15秒間吹き込み、溶鋼を攪拌した。Arガスの吹き込みを止めてから3分間、スラグと溶鋼を静置し、スラグ試料を採取し、スラグ中のFeOおよびMnOの含有率を分析すること

により、Al有効消費率 $E_{Al}$  (%)を求めた。

【0033】Al有効消費率 $E_{Al}$  (%)とは、散布された金属Al相当量(重量%)に対して、実際にFeO、MnOなどの還元消費された金属Al相当量(重量

$$E_{Al} = 100 \times W_s \times \{[(FeO)_i - (FeO)_f] \times 18 / 71.85 + [(MnO)_i - (MnO)_f] \times 18 / 70.95\} / (W_s \times K_{Al})$$

... (A)

ここで、 $W_s$  : 取鍋内のスラグ量 (kg/溶鋼t)

$(FeO)_i$ 、 $(MnO)_i$  : スラグ改質前の取鍋内のスラグ中のFeOまたはMnOの含有率(重量%)

$(FeO)_f$ 、 $(MnO)_f$  : Arガス吹き込みを終了して3分後の取鍋内のスラグ中のFeOまたはMnOの含有率(重量%)

$W_s$  : スラグ改質剤の散布量 (kg/溶鋼t)

$K_{Al}$  : スラグ改質剤中の金属Al含有量(重量%)。

【0035】図3から分かるように、0.1~10mmの粒径に90重量%以上が入るスラグ改質剤を用いれば、85%以上のAl有効消費率 $E_{Al}$  (%)が得られる。したがって、スラグ改質剤の大きさは、90重量%以上の粒が0.1~10mmの粒径に入る範囲とした。

【0036】図2は、スラグ改質に有効に消費されたAl有効消費率 $E_{Al}$  (%)に及ぼすスラグ改質剤散布後のArガスの吹き込み時間の影響を示す図である。52重量%の金属Alを含むAl灰を造粒した後に、90重量%以上の粒が5.0~10mmの範囲の粒径に入るように整粒したスラグ改質剤を、脱酸処理終了後の取鍋内のスラグ上に散布した。引き続いて、図1に示す装置構成の不活性ガス吹き込み装置を用いて、溶鋼を攪拌することによりスラグ改質を行った。ランスの先端が溶鋼中の深さ約1.5mに届くように、ランスを浸漬し、1200Nリットル/分の吹き込み量でArガスを吹き込んだ。Arガスを所定の時間、それぞれ吹き込み、その後Arガスの吹き込みを止めてから3分間、スラグと溶鋼を静置し、スラグ試料を採取した。スラグ中のFeOおよびMnOの含有率を分析することにより、Al有効消費率 $E_{Al}$  (%)を求めた。

【0037】図2に示すように、15秒間程度のごく短時間のArガスの吹き込みを行えば、Al有効消費率 $E_{Al}$  (%)は、ほぼ85%程度に達して飽和している。したがって、Arガス吹き込みを15秒間程度行えば、スラグ改質剤とスラグとは均一に混合され、その後FeOやMnOなどが還元されていることが分かる。

【0038】スラグ改質剤の散布後のArガス吹き込みによる溶鋼の攪拌時間は、2分間以下が望ましい。2分間を超えて溶鋼を攪拌すると、取鍋内のスラグが溶鋼中に混ざる量が多くなり、溶鋼の清浄性確保する上で、無視できなくなる。溶鋼中に混ざったスラグは、その後の連続製造中には、浮上しにくく、溶鋼の清浄性が悪くなる場合がある。

【0039】脱酸処理後に取鍋内のスラグの改質を行う

%)の割合のことで、下記の(A)式で定義する割合のことである。

【0034】

際に、取鍋内のスラグ改質後のスラグ中のFeOおよびMnOの含有率の合計を2重量%以下とする。このとき、90重量%以上の粒が0.1~10mmの範囲の粒径に入るような比較的細かいスラグ改質剤を用い、取鍋内の溶鋼中に浸漬したランスから不活性ガスを15秒間程度の短時間吹き込んで、溶鋼を攪拌することにより、効果的にスラグ改質剤とスラグとを混合でき、FeOやMnOを還元することができる。スラグ改質後のスラグ中のFeOおよびMnOの含有率の合計を2重量%以下とすることにより、清浄性の良好な鋼を得ることができる。したがって、スラグ改質後の取鍋内のスラグ中のFeOおよびMnOの含有率の合計は2重量%以下とする。

【0040】

【実施例】転炉およびRH真空処理装置を用いて、250tの極低炭素鋼を溶製した。転炉では、C含有率0.02~0.06重量%、Mn含有率0.01~0.2重量%、Si含有率0.005~0.03重量%に精錬し、1660~1690℃の溶鋼を取鍋に出鋼した。出鋼に際し、転炉からのスラグ流出を極力抑制するようにし、流出スラグ量は約10kg/溶鋼tに抑えた。造滓剤として生石灰、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系フラックス、CaO系フラックスを合計で約2kg/溶鋼t、出鋼直後の取鍋内の溶融スラグに添加した。添加後に取鍋内のスラグを採取し、スラグの組成を分析した。

【0041】次に、RH真空処理装置を用いて、溶鋼中の炭素含有率が0.002重量%になるまで真空中で脱炭した。なお、脱炭処理前に取鍋内のスラグを採取し、スラグ組成を分析した。脱炭処理後、真空槽内にAlを添加して溶鋼を脱酸し、溶鋼中のAl含有率を0.03重量%程度に調整した。調整後に取鍋内のスラグを採取し、スラグの組成を分析した。

【0042】その後、図1に示す不活性ガス吹き込み方法でスラグの改質処理を行った。スラグ改質剤を散布後、ランス先端が溶鋼中の深さ2.5mに届くようにランスを浸漬し、Arガスを吹き込んで溶鋼を攪拌した。スラグ改質剤には、重量%で、金属Alが52%、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が35%、その他にSiO<sub>2</sub>10%、CaO3%を含有する組成の改質剤を用いた。スラグ改質剤の粒径は、後述するように種々の粒径の範囲のものを用いた。散布量は、それぞれ1.2kg/溶鋼tとした。Arガス量は、1200Nリットル/分、Arガスを吹き込む時間は、15、110および180秒間とした。それぞ

れ所定の時間、Arガスを吹き込み溶鋼を攪拌した後、直ちにランスを取鍋内のスラグよりも上方に上昇し、Arガスの供給を停止した。その後、取鍋内の溶鋼およびスラグを3分間静置した。静置後、取鍋内のスラグを採取し、スラグの組成を分析した。

【0043】スラグ改質後の溶鋼を、厚み250mm、幅1250mmの断面形状の鋳片に連続铸造した。铸造中にタンディッシュ内の溶鋼を採取し、溶鋼中の全酸素量を測定した。また、得られた鋳片から横断面サンプルを採取し、全酸素量を測定した。鋳片の全酸素量は、横

表1

断面サンプルの表面直下、1/4厚みおよび1/2厚みの位置から採取した3個の試料の全酸素量を分析し、その平均値とした。これらの全酸素量の値から鋼の清浄性を評価した。

【0044】試験条件および試験結果を表1に示す。なお、各試験条件で各10ヒートの試験を行い、表1には、得られた結果の平均値を表示した。

【0045】

【表1】

	試験 No.	スラグ改質剤		溶鋼の 攪拌時間 (秒)	スラグ中のFeOおよびMnO の合計の含有率 (%)				全 酸 素 量 (ppm)	
		粒径 (90重量%以上 の剤の粒) (mm)	散布量 (kg/溶鋼t)		出鋼後	脱炭処 理前	脱酸処 理後	スラグ 改質後	タンディッ シュ内溶鋼	鋳 片
本発明例	1	0.1~10	1.2	15	21	20	19	1.1	18	14
	2	0.1~10	1.2	110	22	20	18	1.0	17	15
	3	0.1~10	1.2	180	22	21	19	1.0	23	19
比較例	4	10~20*	1.2	110	20	19	19	5.2*	38	30
	5	20~40*	1.2	110	21	19	19	6.0*	42	32

\* ) 本発明の方法で規定する条件を外れていることを示す。

【0046】本発明例の試験No. 1およびNo. 2では、0.1~10mmの粒径に90重量%以上が入るスラグ改質剤を用い、1.2kg/溶鋼tの量のスラグ改質剤を取鍋内のスラグ上に散布するとともに、Arガスにより15秒間および110秒間、溶鋼を攪拌した。その後、Arガスの供給を停止し、3分間溶鋼とスラグを静置した。スラグ改質後のスラグ中のFeOおよびMnOの含有率の合計は1.0~1.1重量%にまで低下した。その後の連続铸造中では、タンディッシュ内の溶鋼の全酸素量は17~18ppm、鋳片の全酸素量は14~15ppmで、清浄性のよい極低炭素鋼が得られた。

【0047】本発明例の試験No. 3では、0.1~10mmの粒径に90重量%以上が入るスラグ改質剤を用いたが、1.2kg/溶鋼tの量のスラグ改質剤の散布とともに、Arガスにより180秒間溶鋼を攪拌した。スラグ改質後のスラグ中のFeOおよびMnOの含有率の合計は1.0重量%にまで低下した。しかし、連続铸造中のタンディッシュ内の溶鋼の全酸素量は23ppmで、また、鋳片の全酸素量は19ppmであり、試験No. 1およびNo. 2に比べて、清浄性が若干劣った。Arガス吹き込みによる溶鋼の攪拌時間が長すぎて、取鍋内のスラグが溶鋼中に少し混ざったためである。ただし、連続铸造中のタンディッシュ内の溶鋼の全酸素量は23ppmであったので、溶鋼の清浄性は確保されてい

る。

【0048】比較例の試験No. 4およびNo. 5では、本発明で規定する条件の範囲外の10mmを超えて20mm以下の粒径、または、20mmを超えて40mm以下の粒径に、それぞれ90重量%以上が入る大きな粒径のスラグ改質剤を用いた。1.2kg/溶鋼tの量のスラグ改質剤の散布とともに、Arガスによる溶鋼の攪拌時間は110秒とした。スラグ改質後のスラグ中のFeOおよびMnOの含有率の合計は5.2~6.0重量%にまで低下したにすぎなかった。また、連続铸造中のタンディッシュ内の溶鋼の全酸素量も下がらず38~42ppmで、また、鋳片の全酸素量も30~32ppmであり、溶鋼および鋳片の清浄性が悪かった。粒径が大きいために、110秒間の溶鋼の攪拌時間では、スラグ改質剤とスラグとの混合が不十分であり、かつ、スラグ改質剤中のAlによるスラグ中のFeOやMnO還元反応の進行も不十分であった。そのため、スラグが十分改質されなかった。

【0049】

【発明の効果】本発明の方法の適用により、真空下での脱炭速度を損なうことなく、簡単に安価な設備で、短時間でスラグ改質剤とスラグを混合してスラグを改質し、清浄性に優れた極低炭素鋼を溶製することができる。

【図面の簡単な説明】

11

【図1】不活性ガスを吹き込む装置によりスラグを改質する本発明の方法の例を示す図である。

【図2】Al有効消費率 $E_{Al}$  (%)に及ぼすArガスの吹き込み時間の影響を示す図である。

【図3】Al有効消費率 $E_{Al}$  (%)に及ぼすスラグ改質

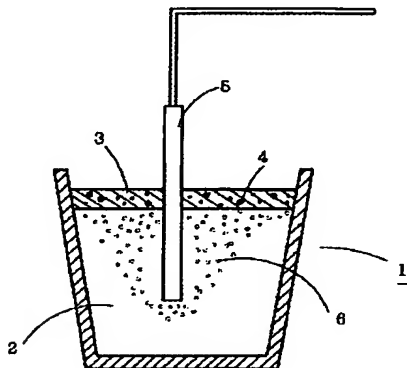
12

剤の粒径の影響を示す図である。

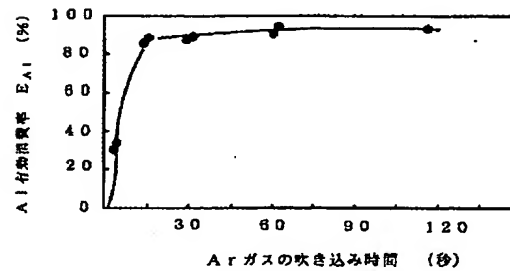
【符号の説明】

1：取鍋 2：溶鋼 3：スラグ  
4：スラグ改質剤 5：ランス  
6：Arガスの気泡

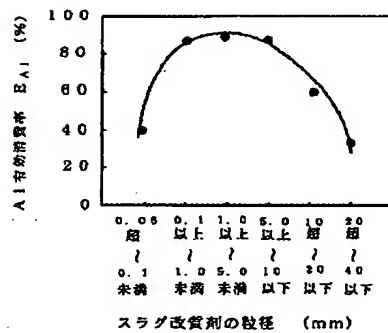
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 金井 達生  
茨城県鹿嶋市大字光3番地住友金属工業株  
式会社鹿島製鉄所内

Fターム(参考) 4K013 AA07 BA02 BA08 CA02 CB03  
CC04 CE01 EA19 FA05